



⑪ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 34 41 268 C 1

⑤ Int. Cl.®:
G 01 S 7/36
H 01 Q 17/00

⑳ Aktenzeichen: P 34 41 268.9-35
㉑ Anmeldetag: 12. 11. 84
㉒ Offenlegungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 7. 11. 98

DE 34 41 268 C 1

Ertelt nach § 54 PatG in der ab 1. 1. 81 geltenden Fassung
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③ Unionspriorität: ③② ③③ ③①

23.01.84 FR 84 00997

⑦③ Patentinhaber:

Contre Mesure Hyperfrequence, Les Ulis, FR

⑦④ Vertreter:

Müller-Boré & Partner, 81871 München

⑦② Erfinder:

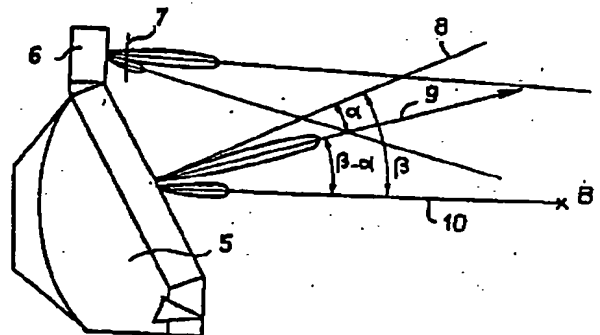
Chekroun, Claude, Gif Sur Yvette, FR

⑥⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

| | |
|----|-----------|
| FR | 25 14 203 |
| FR | 24 48 231 |
| US | 43 44 077 |

⑥④ Verfahren und Vorrichtung zum Suchen und Bestimmen der Lage eines Störers

⑥⑦ Die Erfindung betrifft das Ermitteln und das Annullieren von in Radarantennenrichtung aussendenden Störern. Erfindungsgemäß ordnet man einer Hauptradarantenne (5) für die Überwachung des Raums eine Hilfsantenne (6), die mit einem modulierenden Filter (7) ausgestattet ist, zu, welche es ermöglicht, Störer zu erfassen und Störeffekte dadurch aufzuheben, daß den Sekundärkeulen der Hauptantenne entsprechend den Störrichtungen entsprechende Sekundärkeulen zugeordnet werden, die zweckmäßig verstärkt sind und aus der Hilfsantenne stammen. Anwendung auf die Entstörung von Radarantennen mit mechanischer oder elektronischer Abtastung.



DE 34 41 268 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung hat auch eine Anwendung dieses Verfahrens auf die Unterdrückung des Störeffekts auf eine zweite, der ersten zugeordnete Radarantenne sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens insbesondere bei der vorstehend genannten Anwendung zum Gegenstand.

In FR-PS 2 448 231 ist ein Verfahren beschrieben, das es ermöglicht, die Störwirkungen von Störsendern zu eliminieren, die gegen eine Radarantenne, deren Hauptstrahlungsrichtung bezüglich der die Radarantenne und den Störsender verbindenden Geraden versetzt ist, senden. Dieses Verfahren beruht auf der Tatsache, daß es durch die Verwendung des zweckmäßig aufgebauten und gesteuerten, vor der Antenne angeordneten Filters möglich wird, die Amplituden der Nebenkeulen des Strahlungsdiagramms der Antenne zu modifizieren, indem man Einsattelungen schafft, die im Winkel bezüglich der Hauptstrahlungsrichtung der Antenne versetzt werden können. Indem man die Richtung der Einsattelung der Senderichtung des Störers (bezogen auf die Antenne) zusammenfallen läßt, ist es somit möglich, den Störeffekt aufzuheben.

In der gleichen Patentschrift ist ein Verfahren beschrieben, das es ermöglicht, auf konsequentem Weg die Lage eines Störers zu ermitteln, indem man den Augenblick bestimmt, in dem der Störer keine merkliche Störung mehr erzeugt. Eine solche Suche durch "Negativ-effekt" ist relativ schwierig und wenig genau, insbesondere wenn man den Pegel des verbleibenden Rauschens der Antenne berücksichtigt.

In FR-PS 2 514 203 ist ein Filter beschrieben, das es ermöglicht, die Hemmwirkung der Störer auf jede UHF-Antenne mit beliebiger Polarisationsrichtung zu verallgemeinern, während nach der genannten FR-PS 2 448 231 die Abschwächung nur in demjenigen Ausmaß möglich war, indem die UHF-Antenne eine linear polarisierte Welle aussandte. In der genannten jüngeren französischen Patentschrift ist jedoch kein besonderes Verfahren für die Suche und Bestimmung der Lage eines Störers beschrieben; man mußte für diese Suche auf das Verfahren mit "Negativ-effekt", das in der älteren französischen Patentschrift beschrieben war, zurückgreifen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Lage eines gegen eine mit einem adaptiven Filter ausgestatteten Radarantenne sendenden Störers einfacher und genauer zu bestimmen als bei der Anwendung des bekannten Prinzips, bei dem in Störsenderrichtung eine Einsattelung oder Nullstelle gesteuert wird.

Gemäß der Erfindung, die sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bezieht, wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Die durch das Verfahren nach der Erfindung angegebene Untersuchung mittels "Positiv-effekts" ergibt im Vergleich zur Suche mittels "Negativ-effekts", wie sie in bekannter Weise früher angewandt wurde, zahlreiche Vorteile. Indem man einen "Buckel" mit einer Amplitude bildet, der auf jeder Seite der Hauptstrahlungsrichtung der Antenne verschiebbar ist, erhöht man ohne Schwierigkeiten den Geräuschpegel wenigstens einer verschiebbaren Nebenkeule des Netzes um mindestens 10 bis 15 dB. Wenn die Lage dieser Keule der Winkelrichtung Θ des Störers entspricht, erhöht sich das durch die Antenne empfangene Geräusch beachtlich und ganz

klar über das Bodengeräusch der Antenne. Die Bestimmung der Lage kann also sehr leicht und schnell erfolgen (in der Größenordnung von einigen hundert Nanosekunden). Die genaue Winkelbestimmung der Keule wird noch verbessert, wenn die dem System zugeordnete Antenne einen Ekartometrieweg hat, der eine noch schnellere und genauere Lokalisierung der Störerrichtung erlaubt.

Wenn dann einmal die Richtung des Störers bestimmt ist, genügt es, zur Vermeidung seiner Wirkungen, wie in den genannten Patentschriften bereits beschrieben ist, die Einsattelung oder Nullstelle des Diagramms auf den genauen Ort des bestimmten Winkels Θ zu steuern.

Die Erfindung befaßt sich auch mit einer Anwendung des Such- und Bestimmungsverfahrens für die Lage eines Störers, der gegen eine Radarantenne, wie vorstehend angegeben, unter Aufhebung des Störeffekts an einer zweiten, der ersten zugeordneten Radarantenne sendet. Nach der Erfindung erhält man diese Aufhebung des Störeffekts dadurch, daß man zum Pegel der Empfangerschaltung der zweiten Radarantenne Funk-Empfangsimpulse addiert, die von der ersten Radarantenne abgeleitet werden und die durch das Filter derart moduliert werden, daß im Empfangsdiagramm der zweiten Radarantenne diejenigen Nebenkeulen im wesentlichen kompensiert werden, die dem Lagewinkel Θ des Störers entsprechen, wobei diese Lage durch die erste Radarantenne bestimmt wird.

Wird so vorgegangen, so ergeben sich zahlreiche Vorteile, insbesondere die folgenden:

a) es wird möglich, die Radarantenne zum Suchen und Bestimmen des Störers von der eigentlichen Überwachungsantenne zu trennen. Somit kann die Radarantenne zum Suchen und Bestimmen die Form einer kleinen Hilfsantenne annehmen, die mit dem erwähnten Modulationsfilter versehen ist, während die Hauptantenne jede beliebige bekannte Antenne mit mechanischer oder elektronischer Abtastung sein kann, die dann kein Modulationsfilter braucht. Es wird also an Einfachheit und Wirtschaftlichkeit der Konstruktion sowie an Verlässlichkeit und Wirksamkeit gewonnen. Da die der Überwachung dienende Hauptantenne nicht über ein vorgelagertes Modulationsfilter empfangen muß, gibt es bezüglich dieses Empfangspegels keinerlei Empfangsverluste. Im übrigen ist die Hauptüberwachungsantenne frei von der Arbeit des Suchens und Bestimmens der Störer, was es ermöglicht, ihre gesamte Leistung für die ihr übertragene Überwachungsaufgabe einzusetzen.

b) Aufgrund der Prozedur der Addition in Höhe der Empfangsschaltung der zweiten Radarantenne mit von der ersten Radarantenne abgeleiteten Signalen, die es ermöglichen, der Richtung der Nebenkeulen des Diagramms der Hauptantenne und des Diagramms der Hilfsantenne entgegenzuwirken, wird es im Falle mehrerer in verschiedene Richtungen sendender Störer möglich, unabhängig voneinander die Kompensationsoperationen der Nebenkeulen des Hauptantennendiagramms in bestimmten Richtungen der Störer zu wiederholen und zu addieren und deren Effekte aufzuheben oder zu reduzieren. Diese Unabhängigkeit der Aufhebungsprozeduren mehrerer unterschiedlicher Störer erscheint in der Technik als völlig neu und löst in eleganter Weise ein sehr dringliches Problem.

c) Es ist einwandfrei möglich, einer Hauptantenne mit linearer Polarisation eine Hilfsantenne mit Zirkularpolarisation zuzuordnen, wodurch es möglich wird, die Polarisationsfehler der Hauptantenne zu überdecken.

Zur Verwirklichung des Verfahrens nach der Erfindung wird vorteilhafterweise eine Vorrichtung eingesetzt, die sich im wesentlichen zusammensetzt aus: einer ersten, eine Hilfsantenne bildenden Radarantenne, die mit einem Modulationsfilter versehen ist (wodurch Suche und Bestimmung der Störer möglich wird); einer zweiten, eine Hauptantenne bildenden Radarantenne (die die Überwachung des Raumes ausführt); einer Addiereinrichtung, die das Addieren in Höhe der durch die zweite Radarantenne empfangenen Signale von Empfangssignalen ermöglicht, die moduliert und von der ersten Radarantenne abgeleitet sind oder von letzterer stammen.

Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Diese zeigen in

Fig. 1 ein Antennenbedeckungsdiagramm, indem auf den Ordinaten die Stärke des durch die Antenne empfangenen Signals, gemessen in Dezibel, als Funktion des betrachteten gemessenen Winkels der an den Abszissen zu beiden Seiten der Hauptstrahlungsrichtung der Antenne aufgetragen ist;

Fig. 2 ein Diagramm analog dem der Fig. 1, wobei die Verformung des Diagramms beim Vorgang der Verfolgung eines Störers gezeigt ist;

Fig. 3 erläutert in schematischer Weise ein bevorzugtes Modulationsverfahren der Nebenkeulen des Antennendiagramms für die Suche eines Störers;

Fig. 4 zeigt das Empfangsdiagramm einer mit einem Filter ausgestatteten Antenne, wenn dieses Filter passiv ist;

Fig. 5 zeigt das gleiche Diagramm wie in Fig. 4, wobei jedoch das Filter aktiv ist;

Fig. 6 zeigt, wie Fig. 5, die Verschiebung des Überverstärkungsbuckels als Funktion der an das Filter gelegten Modulation;

Fig. 7 zeigt schematisch die Anwendung der Erfindung auf Suche und Bestimmung von Störern und die Aufhebung von deren Wirkungen auf der Ebene einer zugeordneten Überwachungsantenne; und

Fig. 8 zeigt schematisch, wie der Vorgang des Addierens der Signale zwischen der Hauptantenne und Hilfsantenne zur Aufhebung der Störeffekte verschiedener Störer vor sich geht.

Zunächst wird auf Fig. 1 und 2 Bezug genommen, um den Vorgang beim Suchen und Bestimmen in einem Anwendungsbeispiel mit vor der Antenne angeordnetem Filter zu beschreiben, welches aus leitenden, mit Dioden besetzten Drähten besteht, wie in der erwähnten französischen Patentschrift Nr. 24 48 231 beschrieben ist.

Das Filter, das keinen Teil der Erfindung bildet, wird nicht erneut beschrieben. Es wird daran erinnert, daß es im wesentlichen aus einem Netz von mit Dioden besetzten Drähten oder Drähten-Dioden besteht, die zweckmäßig mit elektrischen modulierten Strömen gesteuert sind, wodurch die Modulation bei Empfang der Nebenkeulen der Antenne möglich wird. Insbesondere sei in Erinnerung gerufen, daß — Fig. 1 — dann, wenn man das Filter mit starken Strömen, die sämtlich gleich sind und beispielsweise etliche 10 Milliampères ausmachen, speist, das Strahlungsdiagramm der Antenne praktisch

nicht gestört ist; der Einbau des Filters führt nur zu einer geringen Abschwächung des Signals. In Fig. 1 ist dieses Diagramm gestrichelt dargestellt, in welchem auf den Abszissen die Winkel und auf den Ordinaten die Amplituden in Dezibel der verschiedenen Keulen dargestellt sind, wobei die Mittelkeule als auf die Achse unter dem Winkel $\Theta = 0$ ausgerichtet angesehen wird. Wie in den genannten Patentschriften beschrieben, wird das Filter mit starken Strömen im Augenblick der Aussendung des Signals gesteuert. In den Empfangsperioden dagegen wird das Filter mit modulierten Strömen gesteuert; jeder Draht des Netzes wird von einem Strom gegebener Stärke durchsetzt, der zwischen etlichen Mikroampères und etlichen Milliampères liegt und die Kurve im wesentlichen im Bereich der Antennenkeulen stört, die, wie durch die ausgezogene Kurve dargestellt ist, verformt werden. Die wird im Maßstab der Zeichnungen nicht merklich beeinflußt.

Festzustellen ist, daß auf der in ausgezogenen Linien der Fig. 1 gezeichneten Kurve zwei "Buckel" oder sehr klare Überverstärkungen der Nebenkeulen für die Winkel $\Theta = -50^\circ$ bzw. $+50^\circ$ vorhanden sind. Nach der Erfindung und im Gegensatz zum Stand der Technik nimmt man eine sehr starke Modulation der Amplitude derart vor, daß man eine Zunahme von wenigstens 10 bis 15 dB gewisser Nebenkeulen erhält. Für eine geeignete Modulation dieser Amplitudenmodulation der Ströme kann man die "Buckel" verschieben. So hat man nach Fig. 2 den bei -50° befindlichen "Buckel" gegen -45° verschoben. Befindet sich ein Störer B in dieser Richtung, so gibt der relativ erhöhte Pegel dieser "Erhebung" ein sehr starkes Störsignal, welches es ermöglicht, sofort den Wert des betrachteten Winkels Θ zu bestimmen, der bekannt ist, da er direkt vom bekannten an das Filter gelegten Modulationsgesetz abhängt.

Sämtliche Vorgänge können im Zeitraum von etlichen hundert Nanosekunden ablaufen. Anders ausgedrückt: die Ermittlung des Störers kann fast sofort erfolgen. Dieser Vorgang kann im übrigen so oft wie gewünscht wiederholt werden, um die Lage etwaiger anderer Störer zu bestimmen. Wie vorher bereits ausgeführt, wird die genaue Winkelbestimmung der Keule noch verbessert, wenn die Antenne, der das System zugeordnet ist, einen Ekartometrieweg besitzt, der eine noch schnellere und genauere Lokalisierung der Richtung des Störers ermöglicht.

Mit Bezug auf Fig. 3 wird ein bevorzugtes Vorgehen beim Modulieren der Ströme erläutert.

In Fig. 3 ist schematisch bei 1 die Ebene einer ankommenden Welle bezeichnet, von der in einem Punkt der Vektor \vec{E} (elektrisches Feld), der Vektor \vec{H} (magnetisches Feld) sowie die Fortpflanzungsrichtung \vec{k} angegeben sind. Rechts in der gleichen Figur ist die Amplitude a (Konstante) des Signals längs der Richtung x parallel zur Wellenebene eingezeichnet.

Mit 2 ist das modulierende Filter nach der Erfindung bezeichnet, das, wie vorher kurz angegeben, im wesentlichen aus Drähten-Dioden 3 besteht, die vor der und parallel zur Empfangsantenne 4 aufgespannt sind.

Diesem Filter wird eine sinusförmige Modulation der Ströme mit Perioden gleich λ/T und von der Amplitude η erteilt, die sich ergibt zu:

$$a_0(1 - \eta + \eta \cos \omega t) \quad (1)$$

mit:

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{T} \quad (2)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (3)$$

Hierbei ist λ die Wellenlänge entsprechend einer der Betriebsfrequenzen der Antenne 4, welcher das Filter 2 zugeordnet ist.

Will man die verschiedenen Richtungen des Raumes erforschen, so genügt es also, die Periode λ/T der Kurve variieren zu lassen.

Fig. 4 stellt das Empfangsdiagramm der Antenne ohne Verformung — das Filter 2 wird als passiv angenommen — dar, d. h. die Drähte — Dioden 3 — sind sämtlich von gleich starken Strömen (etliche Milliampères) durchströmt.

Aus Fig. 5 erkennt man das gleiche Empfangsdiagramm der Antenne, wenn das Filter aktiv ist und eine Modulationsperiode λ/T_0 eingesetzt wird, welche die Richtung Θ_0 bestimmt (entsprechend der Formel $\sin \Theta_0 = \lambda/T_0$), wobei man zu beiden Seiten der Mittelrichtung die Hauptverstärkung der Nebenkeulen vornimmt.

Durch starkes Modulieren der Amplitude, d. h. durch die Wahl der Ströme, die in die Drähte durchfließen und sinusförmig entsprechend ausreichend großen Stromstärken moduliert sind, erreicht man, den Pegel der Nebenkeulen in der betreffenden Richtung um wenigstens 10 bis 15 dB zu erhöhen, ohne zu sehr merklichen Störungen im Rest des Diagrammes zu kommen.

Wie oben mit Bezug auf Fig. 1 und 2 angegeben, wird, wenn sich ein Störer B_0 in Richtung Θ_0 befindet, dieser augenblicklich durch die beträchtliche Erhöhung des an der Antenne empfangenen Geräusches ermittelt. Bekannte Analyseverfahren ermöglichen im übrigen die Bestimmung, wenn die Richtung des Störers bei $-\Theta_0$ oder bei $+\Theta_0$ sich befindet. Diese werden hier darum nicht beschrieben.

Das gleiche Verfahren kann selbstverständlich mehrmals wiederholt werden und ermöglicht so die Ermittlung mehrerer Störer, wie B_1 , B_2 und B_3 , wie in Fig. 6 schematisiert, was Überverstärkungen entspricht, die ausgehend von Perioden λ/T_1 , λ/T_2 , λ/T_3 erhalten wurden. Wie vorher erwähnt, ist das Verfahren so geschickt, daß die Peilung und Bestimmung mehrerer Störer nur etliche hundert Nanosekunden erfordert, d. h. diese Erfassung erfolgt fast augenblicklich.

In Fig. 7 ist eine besonders vorteilhafte Anwendungsweise erläutert, wobei man einer Hauptantenne zur Radarüberwachung 5 eine Hilfsantenne 6 zu Erfassungszwecken zuordnet, die mit einem modulierenden Feld 7 ausgestattet ist und Ermittlung und Bestimmung der Störer, wie oben angegeben, ermöglicht.

In Fig. 7 ist mit 8 die mechanische Achse der Antenne 5 bezeichnet, die mit elektronischer Abtastung arbeitet und deren um einen Winkel α gegenüber der Achse 8 abliegender Strahl mit 9 bezeichnet ist. Angenommen ist, daß ein Störer B vor der Antenne in einer durch 10 angegebenen Richtung vorgesehen ist, die einen Winkel β mit der Achse 8 einschließt.

Die mit dem modulierenden Feld 7 ausgestattete Hilfsantenne 6 sorgt für die praktisch augenblickliche Feststellung der Richtung des Störers, d. h. des Winkels β . Diese Bestimmung geht nach dem vorher dargelegten Verfahren vor sich.

Unter diesen Bedingungen addiert man, um den Ein-

fluß des Störers auf der Empfangsebene der Hauptantenne 5 zu vernichten, zur betreffenden Nebenkeule der Hauptantenne (die unter $\beta - \alpha$ zur Hauptkeule angeordnet ist), eine Nebenkeule mit einer gerade entgegengesetzten Amplitude, die von der Hilfsantenne 6 nach zweckmäßiger Modulation der Amplitude dieser Keule abgeleitet wurde. Die Kompensation kann deswegen erfolgen, weil die von der Hauptantenne empfangenen Störsignale und die entgegengesetzten, von der Hilfsantenne empfangenen und modulierten Signale kohärent sind, da sie vom gleichen Störer stammen.

Das Verfahren der gegenphasigen Addition der Signale erfolgt nach dem in Fig. 8 dargestellten Schema.

Die Hauptantenne empfängt, wie bei 11 dargestellt, das in der bestimmten Richtung Θ gestörte Signal. Die Störung stammt von dem dann stark erhöhten Pegel der entsprechenden Nebenkeule der Hauptantenne in dieser Richtung.

Man leitet also von der Hilfsantenne 6 ein amplitudenmoduliertes Signal $y_1(t_1, \Theta_1)$ ab, das man mit einem elektronischen Schalter 12 leitet und addiert, dessen Schließbewegung auf Ebene des Addierers 13 mit dem Hauptsignal 11 gesteuert wird. Das Signal y_1 ist dem Signal x der Hauptantenne entgegengerichtet; die Amplitude des Signals y_1 wird bis zu demjenigen Pegel moduliert, der notwendig ist, um das Signal der Hauptantenne für diesen Winkel aufzuheben. Es erfolgt also die gegenphasige Behandlung der Nebenkeulen der beiden Diagramme der Hauptantenne und der Hilfsantenne. Man bestimmt auf Ebene einer Geräuschmeßvorrichtung 14 den Augenblick, in dem Modulation der Amplitude des Antistörers zweckmäßig ist, um das Geräusch in der betreffenden Richtung zu vermindern. Auch hier erfolgen sämtliche Abläufe zeitlich sehr schnell in der Größenordnung von etlichen hundert Nanosekunden.

Ein wichtiger Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß dann, wenn mehrere Störer in Richtungen Θ_2 , Θ_3 etc. ermittelt werden, es möglich wird, den vorstehend beschriebenen Vorgang zu wiederholen, indem man einfach die Antistörersignale den Empfangssignalen der Hauptantenne überlagert und dies, unter minimaler Abschwächung des Empfangsdiagramms der Hauptantenne.

Konstruktionsbeispiel

Einer Antenne mit elektronischer Abtastung mit einer Oberfläche von $1,20 \text{ m} \times 1,20 \text{ m}$, die im X-Band arbeitet, wird eine Hilfsantenne zugeordnet, die aus einer mit Schlitzfenstern versehenen Flachantenne mit Monopulskanal in der Azimutebene besteht und vor der ein Feld angeordnet ist, welches ein räumliches Filter — wie beschrieben — bildet.

Nach diesem Beispiel ist die Polarisierung vertikal gerichtet. Die Abmessungen über die Hilfsantenne sowie über ihren Geräuschempfänger insgesamt betragen $1,20 \text{ m} \times 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$; die Breiten des Strahls im Azimut liegen bei $2,3^\circ$ und in der Elevation bei 12° und überdecken so den gesamten Nutzbereich; die ersten Nebenkeulen liegen bei 30 dB, der Gewinn der Antenne bei 30 dB.

Die Kammkeulen (grating lobes) der Antenne mit elektronischer Abtastung liegen zwischen 40 und 30 dB.

Die Dynamik des Filterfeldes liegt bei 15 dB; die Hilfsantenne sorgt in breiter Weise für die Überdeckung der Keulen der Antenne mit elektronischer Abta-

stung.

Im Normalbetrieb, d. h. bei Fehlen von Störungen, nimmt die Hilfsantenne eine kontinuierliche und periodische Abtastung des Raums vor, indem sie die symmetrischen Keulen der Überverstärkung durch Modifizieren der Periode nach folgendem Gesetz vornimmt:

$$\Theta = \text{Arc sin} \lambda / T(t) \quad (4).$$

Da die Geräuschanalyse in diesem Stadium nicht quantitativ ist, arbeitet das System einfach auf Alarm; die Analyse erfolgt an Filtern entsprechend geringen Analysezeiten; beispielsweise kann die Abtastgeschwindigkeit der Überverstärkungskeule über den gesamten Bereich in der Größenordnung von 100 Nanosekunden^o liegen.

Bei Fehlen von Geräuschen oder Störungen arbeitet, wenn Alarm ausgelöst ist, die Hilfsantenne nach einem Verfolgungsmodus. Sie lokalisiert die Störer mit Präzision, indem sie den Überverstärkungskeulen die verschiedenen zugeordneten Kanäle zuordnet.

Nachdem die Störer lokalisiert sind, nimmt die Antenne die Analyse der Parameter des Geräusches der Störer vor: Stärke, Frequenz, Periode etc.

In Anwesenheit mehrerer starker Störer kann die Analyse erfolgen, indem man periodisch auf jeden der Störer schaltet oder indem man auch in der Amplitude jeden der Sinusverläufe und dies bei unterschiedlichen Frequenzen, moduliert, um jeden der Störer in sich nicht schneidenden Filtern zu erfassen.

Nachdem die Geräuschparameter bekannt sind, erfolgt die Störaufhebung auf Ebene des Empfangssignals der Hauptantenne, indem man die Amplituden und die Phasen der Überverstärkungskeulen der Hilfsantenne einstellt, damit sie gegenphasig zu den Keulen der Hauptantenne, wie bei Fig. 8 gezeigt, werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Suchen und Bestimmen der Lage eines Störers, der gegen eine Radarantenne sendet, deren Hauptstrahlungsachse gegenüber der die Radarantenne mit dem Störer verbindenden Geraden versetzt ist und vor der ein Filter angeordnet ist, das aus wenigstens einem Netz leitender Drähte, die mit Dioden in zweckmäßiger Anordnung und Verteilung besetzt sind, aufgebaut ist und das durch eine Modulation der die Drähte durchsetzenden Ströme eine von der Amplitude der Nebenkeulen des Antennenstrahlungsdiagramms abhängige Modulation zu erhalten gestattet, dadurch gekennzeichnet, daß die Modulation derart durchgeführt wird, daß wenigstens eine Überverstärkung oder ein "Buckel" verschoben wird, wodurch der Pegel einer Nebenkeule, die bezüglich der Antennenhauptstrahlungsdichtung um einen Winkel Θ versetzt ist, um wenigstens 10 bis 15 dB erhöht wird, das in jedem Augenblick der Wert des Winkels Θ als Funktion der Modulation der an das Netz gelegten Ströme bestimmt und aufgenommen wird, daß der durch die Radarantenne empfangene Geräuschpegel für jeden Wert des Winkels Θ aufgenommen und bestimmt wird und daß die Richtung der Störer aus dem Maximalpegel der empfangenen Geräusche abgeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1 in Anwendung zum Aufheben des Störeffekts an einer zweiten, der ersten zugeordneten Radarantenne, dadurch gekenn-

zeichnet, daß auf Ebene einer Empfangsschaltung (11) der zweiten Radarantenne (5) Funk-Empfangssignale addiert werden (bei 13), die von der ersten Radarantenne (6) abgeleitet und durch das Filter (7) moduliert werden, derart, daß im Empfangsdiagramm der zweiten Antenne die Nebenkeulen im wesentlichen aufgehoben werden, die dem Lagewinkel Θ des Störers entsprechen, wobei diese Lage durch die erste Radarantenne (6) bestimmt wurde.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle der Erfassung mehrere Störer unabhängig voneinander die Addition der zweckmäßig modulierten, von der ersten Antenne (6) abgeleiteten Signale für jeden erfaßten Störer entsprechend jeder Richtung Θ derart vorgenommen wird, daß im Empfangsdiagramm der zweiten Radarantenne (5) diese entsprechenden Nebenkeulen in jeder betreffenden Richtung im wesentlichen aufgehoben werden.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der ersten Radarantenne (6), die eine Hilfsantenne zum Suchen und Bestimmen der Störer bildet, und unabhängig mittels der zweiten, eine Hauptantenne bildenden Radarantenne (5) die Überwachung des Raums vorgenommen wird.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 2 bis 4, gekennzeichnet durch eine erste, eine Hilfsantenne bildende Radarantenne (6), die mit einem Modulationsfilter (7) versehen ist, eine zweite, eine Hauptantenne bildende Radarantenne (5), und eine Addiereinrichtung (13), die das Addieren in Höhe der durch die zweite Radarantenne empfangenen Signale von Empfangssignalen ermöglicht, die moduliert und von der ersten Radarantenne abgeleitet sind oder von letzterer stammen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine Geräuschmeßvorrichtung (14), die es ermöglicht, die Augenblicke zu bestimmen, in denen die Nebenkeulen in den bestimmten Richtungen der Störer im wesentlichen aufgehoben sind, um somit die geforderte Modulation in Höhe des modulierenden Filters zu regeln.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

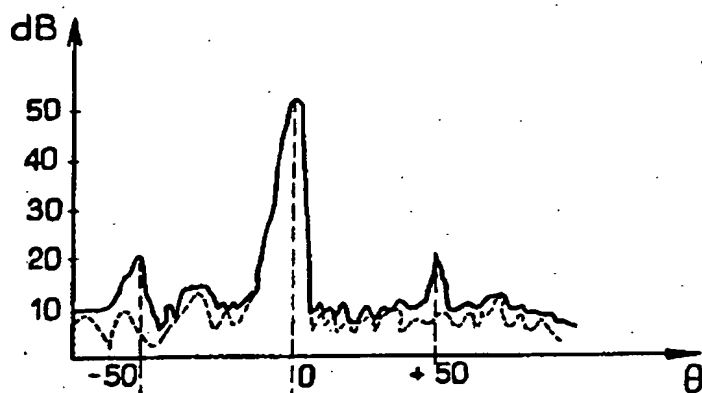


FIG. 1

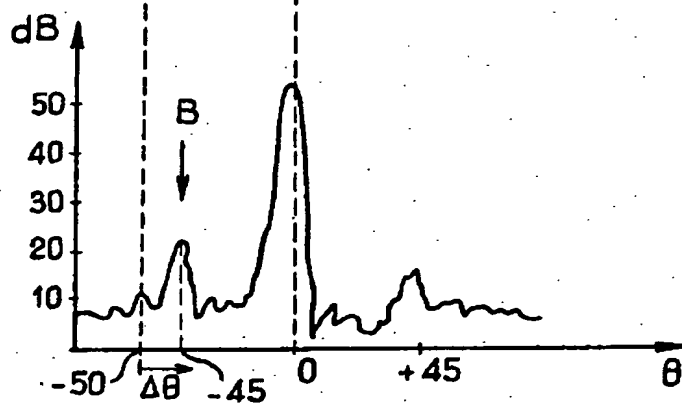


FIG. 2

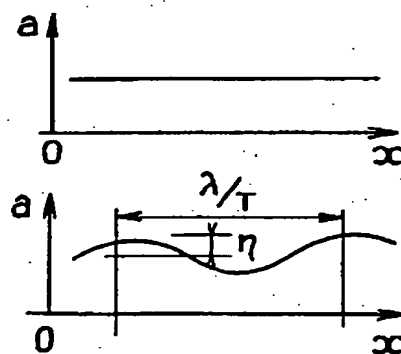
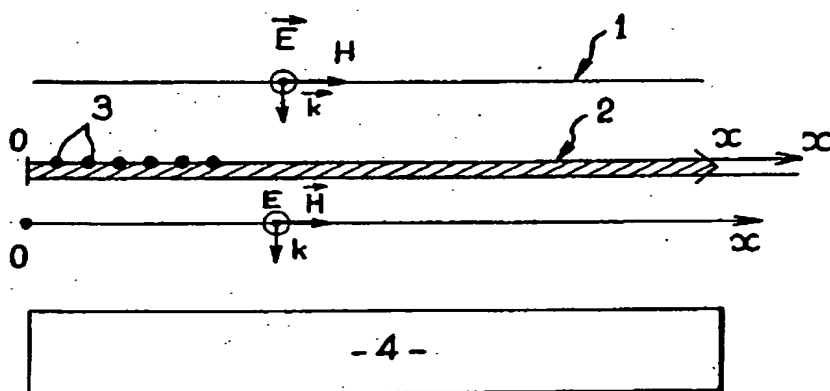


FIG. 3

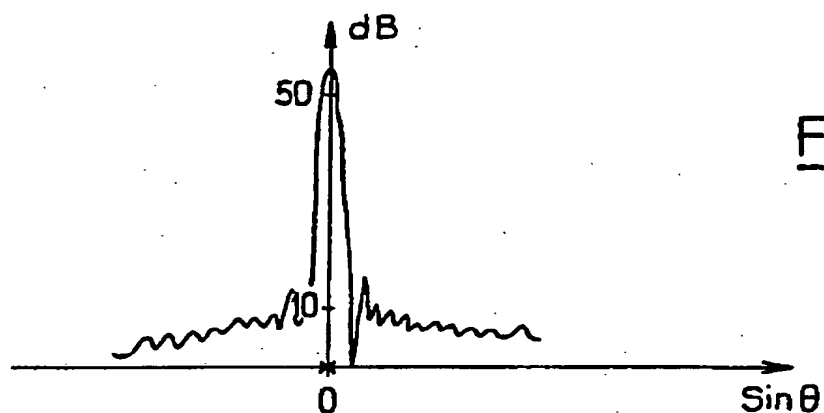


FIG. 4

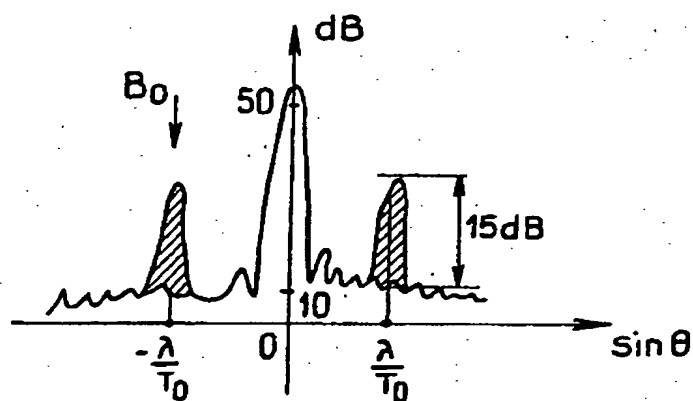


FIG. 5

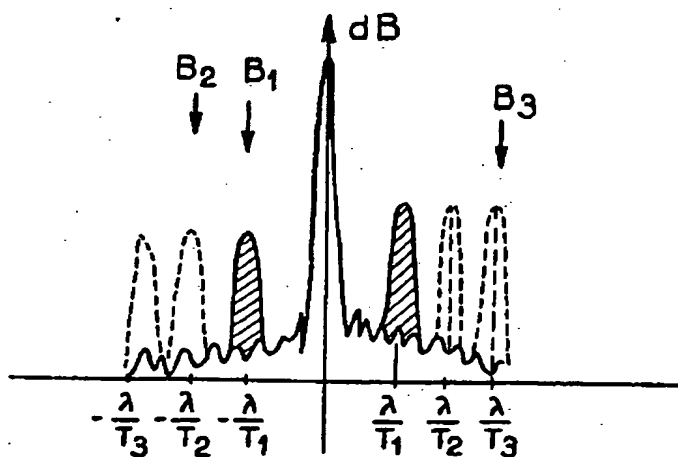


FIG. 6

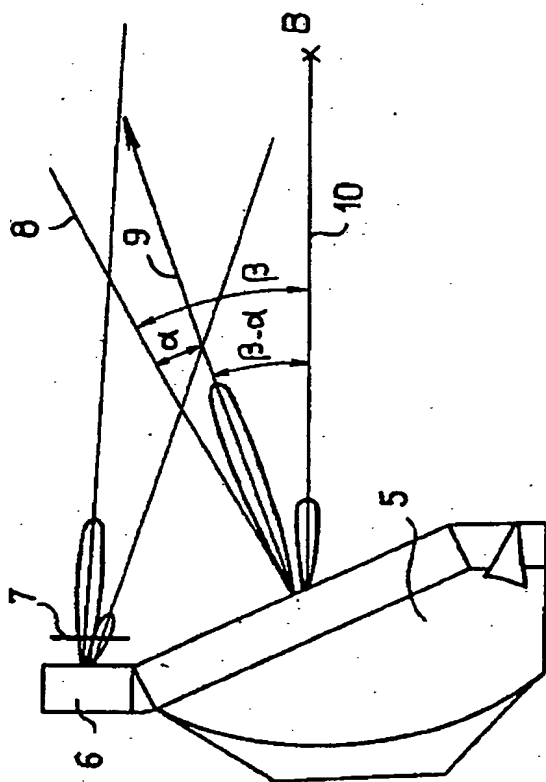


FIG. 7

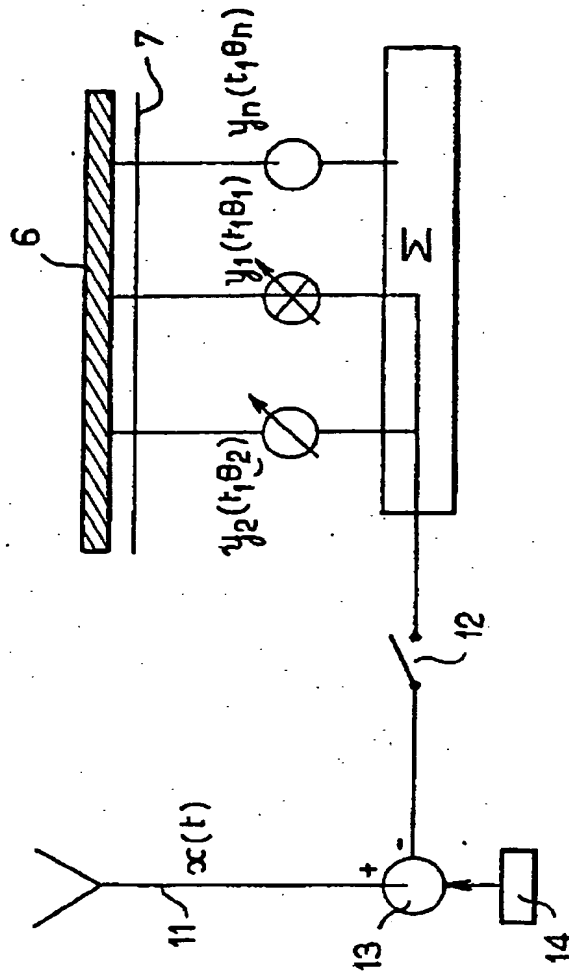


FIG. 8